



PENDAMPINGAN PENGOLAHAN LIMBAH TERNAK MENJADI PUPUK ORGANIK UNTUK Mendukung PERTANIAN BERKELANJUTAN DI DESA NGADIREJO KECAMATAN TUGUMULYO KABUPATEN MUSI RAWAS

Betty Herlina^{1*}, Sutejo¹, dan Sadjadi²

¹ Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Pertanian, Universitas Musi Rawas

² Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Musi Rawas

*email: bettyherina1965@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan limbah ternak yang belum optimal masih menjadi permasalahan di Desa Ngadirejo, Kecamatan Tugumulyo, Kabupaten Musi Rawas. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengolah limbah ternak menjadi pupuk organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif melalui observasi, penyuluhan, demonstrasi, praktik, evaluasi, dan pendampingan. Kegiatan diikuti oleh 25 peserta yang terdiri atas peternak dan masyarakat setempat. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa 88% peserta memahami tahapan pembuatan pupuk organik dengan baik dan 84% peserta siap menerapkannya secara mandiri. Selain itu, kegiatan menghasilkan sekitar 120 kg pupuk organik dari limbah ternak yang tersedia di lokasi. Program ini berhasil meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan limbah ternak sebagai sumber daya yang bernilai guna dan bernilai ekonomi.

Kata Kunci: limbah ternak; pertanian berkelanjutan; pupuk organik; pengolahan limbah

ABSTRACT

Improper livestock waste management remains a challenge in Ngadirejo Village, Tugumulyo District, Musi Rawas Regency. This community service program aimed to enhance community capacity in processing livestock waste into organic fertilizer to support sustainable agriculture. The program employed a participatory approach consisting of observation, education, demonstrations, hands-on practice, evaluation, and continuous assistance. A total of 25 participants, including livestock farmers and local residents, were involved in the activity. The results showed that 88% of participants were able to understand the stages of organic fertilizer production, while 84% expressed readiness to apply the technology independently. In addition, approximately 120 kg of organic fertilizer was successfully produced from locally available livestock waste. The program contributed to improving community knowledge, skills, and awareness regarding the productive and economic utilization of livestock waste as a valuable local resource.

Keywords: livestock waste; sustainable agriculture; organic fertilizer; waste management

PENDAHULUAN

Peternakan merupakan sektor penting dalam mendukung perekonomian masyarakat pedesaan, namun juga menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah ternak yang dibuang secara langsung dapat menyebabkan pencemaran tanah, air, udara, serta meningkatkan risiko penyakit di sekitar peternakan. Pengelolaan limbah ternak yang tidak berkelanjutan juga





berkontribusi terhadap eutrofikasi dan emisi gas rumah kaca (Lijó et al., 2018). Padahal, limbah peternakan memiliki potensi besar untuk diolah menjadi pupuk organik melalui proses pengomposan yang mendukung pertanian berkelanjutan dan pemanfaatan sumber daya lokal secara efisien (Valverde-Orozco et al., 2022). Pemanfaatan limbah ternak sebagai produk bernilai guna juga mendukung penerapan ekonomi sirkular dan pengurangan pencemaran lingkungan (Nurhapsa et al., 2024).

Rendahnya kapasitas peternak dalam pengelolaan limbah ternak menyebabkan potensi pemanfaatan limbah sebagai sumber daya produktif belum optimal. Padahal, limbah peternakan dapat diolah menjadi pupuk organik yang bernilai ekonomis dan berkontribusi dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Aplikasi pupuk organik tidak hanya meningkatkan kualitas tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologinya, tetapi juga berperan dalam menekan penggunaan pupuk sintetis sehingga lebih ramah terhadap lingkungan (Zhang et al., 2021). Selain meningkatkan kesuburan tanah, pemanfaatan limbah ternak sebagai pupuk organik juga berperan dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya dan mendukung sistem pertanian ramah lingkungan (Mishra et al., 2022).

Di Desa Ngadirejo Kecamatan Tugumulyo Kabupaten Musi Rawas, aktivitas peternakan masyarakat cukup berkembang dan menjadi salah satu sumber mata pencaharian utama masyarakat desa. Namun demikian, berdasarkan hasil observasi awal ditemukan bahwa pengelolaan limbah ternak masih dilakukan secara sederhana dan belum berbasis prinsip ramah lingkungan. Limbah ternak sebagian besar hanya ditumpuk di sekitar kandang atau dibuang ke lahan terbuka tanpa proses pengolahan lebih lanjut. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan serta mengurangi kualitas kesehatan masyarakat sekitar. Selain itu, masyarakat juga belum memahami bahwa limbah ternak dapat diolah menjadi pupuk organik yang memiliki nilai ekonomis dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan pertanian desa.

Kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai teknologi pengolahan limbah ternak menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan rendahnya pemanfaatan limbah peternakan. Keterbatasan akses informasi, minimnya pelatihan, serta rendahnya pendampingan dari pihak terkait menyebabkan masyarakat belum mampu mengoptimalkan potensi limbah ternak sebagai sumber daya produktif. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan





pengabdian kepada masyarakat yang mampu memberikan edukasi, pelatihan, dan pendampingan kepada masyarakat mengenai teknik pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik secara efektif dan berkelanjutan.

Transformasi limbah ternak menjadi pupuk organik merupakan salah satu strategi yang mampu menghasilkan manfaat ekologis dan ekonomi secara bersamaan. Dari sisi pertanian, penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan produktivitas tanaman serta mengurangi ketergantungan terhadap input kimia yang relatif mahal. Dari sisi ekonomi, pupuk organik berpotensi menjadi produk bernilai jual yang dapat menciptakan peluang usaha baru dan meningkatkan pendapatan masyarakat pedesaan. Pendekatan ini juga sejalan dengan konsep ekonomi sirkular karena mendorong pemanfaatan kembali limbah peternakan menjadi sumber daya yang bernilai dan mendukung sistem pertanian berkelanjutan (Awasthi et al., 2021). Pengelolaan limbah organik berbasis pertanian terpadu juga berperan penting dalam mendukung konsep ekonomi sirkular dan pengurangan pencemaran lingkungan di kawasan pedesaan (Kumar et al., 2023). Aplikasi pupuk organik dari limbah peternakan terbukti dapat meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman secara berkelanjutan (Hussain et al., 2022).

Penerapan prinsip pertanian berkelanjutan menekankan pentingnya pemanfaatan sumber daya lokal secara efektif dan ramah lingkungan, termasuk limbah peternakan yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah peternakan yang diolah menjadi pupuk organik dapat meningkatkan kualitas tanah melalui penambahan bahan organik, memperbaiki kesuburan lahan, serta mempertahankan produktivitas pertanian secara berkelanjutan (Sutanto & Widyawati, 2021). Selain itu, pemanfaatan limbah tersebut mampu mengurangi potensi pencemaran lingkungan dan mendukung efisiensi penggunaan sumber daya lokal, sehingga sejalan dengan upaya pembangunan pertanian yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan (Pratama et al., 2022). Pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik berbasis masyarakat dinilai efektif dalam mendukung pertanian ramah lingkungan dan meningkatkan kemandirian masyarakat dalam pengelolaan limbah organik (Yuliana et al., 2023). Oleh karena itu, pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik merupakan langkah strategis dalam mendukung pembangunan





desa yang berwawasan lingkungan sekaligus meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan sumber daya lokal secara mandiri.

METODE PELAKSANAAN

Tempat dan Waktu

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Desa Ngadirejo, Kecamatan Tugumulyo, Kabupaten Musi Rawas pada bulan April 2026. Mitra yang terlibat dalam kegiatan ini adalah masyarakat dan kelompok peternak setempat, dengan fokus utama pada peternak skala rumah tangga yang memiliki potensi limbah ternak cukup besar namun belum memanfaatkan limbah tersebut secara optimal sebagai sumber daya yang bernilai ekonomis. Program ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengelola limbah ternak menjadi produk yang lebih produktif dan ramah lingkungan

Peserta kegiatan terdiri atas laki-laki dan perempuan dengan tingkat pendidikan yang beragam, mulai dari pendidikan dasar hingga menengah atas. Sebagian besar peserta berprofesi sebagai petani dan peternak yang masih menerapkan sistem usaha secara tradisional. Kondisi tersebut menyebabkan pengelolaan limbah ternak umumnya masih dilakukan secara sederhana tanpa mempertimbangkan aspek lingkungan maupun potensi nilai tambah ekonomi yang dapat dihasilkan dari limbah tersebut

Pelaksanaan kegiatan pengabdian menggunakan pendekatan Participatory Action Research (PAR), yaitu pendekatan yang menempatkan masyarakat sebagai subjek utama dalam setiap tahapan kegiatan. Melalui pendekatan ini, masyarakat terlibat secara aktif mulai dari proses identifikasi permasalahan, perencanaan program, pelaksanaan kegiatan, hingga evaluasi hasil. Pemilihan metode PAR didasarkan pada kemampuannya dalam mendorong partisipasi masyarakat secara langsung sehingga proses pembelajaran, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah dapat dilakukan secara kolaboratif. Dengan demikian, peserta tidak hanya berperan sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai pelaku utama dalam penerapan teknologi pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang saling terintegrasi mulai dari identifikasi permasalahan, pelaksanaan pelatihan, praktik pembuatan pupuk organik, hingga evaluasi dan tindak lanjut program. Seluruh rangkaian





kegiatan dirancang menggunakan pendekatan partisipatif agar masyarakat dapat terlibat secara aktif dalam setiap tahapan pelaksanaan kegiatan.

Tahapan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis, yaitu yang dimulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, monitoring, evaluasi dan tindak lanjut.

1. Observasi (Survei)

Tahap observasi dilaksanakan melalui kegiatan survei lapangan, wawancara, dan diskusi dengan masyarakat serta kelompok peternak guna mengidentifikasi kondisi eksisting pengelolaan limbah ternak di Desa Ngadirejo. Fokus observasi meliputi pola penanganan limbah, tingkat pengetahuan masyarakat mengenai teknologi pengolahan limbah, serta potensi pemanfaatan limbah ternak sebagai bahan baku pupuk organik. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar limbah ternak belum dikelola secara produktif dan masih dibuang di sekitar area kandang, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dan menurunkan kualitas sanitasi. Temuan tersebut menjadi dasar dalam merancang program pelatihan dan pendampingan yang tepat sasaran, baik dari aspek materi, metode penyampaian, maupun kebutuhan sarana pendukung kegiatan. Selain itu, tahap observasi juga berfungsi untuk membangun komunikasi awal dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan program pengabdian.

2. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan, kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai dampak limbah ternak terhadap lingkungan dan manfaat pupuk organik bagi pertanian berkelanjutan. Selanjutnya dilakukan demonstrasi proses pembuatan pupuk organik mulai dari pengumpulan bahan baku, pencampuran limbah ternak dengan bahan pendukung, pemberian aktivator fermentasi, hingga proses pengolahan dan penyimpanan pupuk. Peserta kemudian melakukan praktik langsung secara berkelompok dengan pendampingan dari tim pelaksana. Tim memberikan contoh dan pelatihan langsung tentang cara pembuatan dan pengolahan limbah menjadi pupuk organik (gambar 1)





Gambar 1. Demonstrasi cara pembuatan dan pengolahan limbah menjadi pupuk organik

3. Tahap Monitoring

Monitoring dilakukan selama proses pelatihan dan praktik berlangsung. Tim pengabdian melakukan pengamatan terhadap keterlibatan peserta, kemampuan peserta dalam mengikuti tahapan pengolahan pupuk organik, serta kendala yang dihadapi selama kegiatan berlangsung.

4. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilaksanakan untuk mengukur efektivitas kegiatan pengabdian dalam meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta terkait pengelolaan limbah ternak menjadi pupuk organik. Evaluasi dilakukan melalui metode pre-test dan post-test, observasi partisipatif selama praktik pembuatan pupuk organik, serta diskusi reflektif dengan peserta pada akhir kegiatan. Indikator yang dievaluasi meliputi tingkat pemahaman mengenai manfaat pengolahan limbah ternak, kemampuan peserta dalam menerapkan tahapan pembuatan pupuk organik, serta kesediaan peserta untuk mengadopsi teknologi yang telah diperkenalkan. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat penerimaan dan partisipasi masyarakat terhadap program, sekaligus menjadi dasar dalam menyusun rekomendasi tindak lanjut guna mendukung keberlanjutan kegiatan di tingkat kelompok maupun rumah tangga peternak.





5. Tahap Tindak Lanjut

Tahap tindak lanjut dilakukan melalui pendampingan lanjutan kepada masyarakat agar proses produksi pupuk organik dapat terus dilaksanakan secara mandiri. Tim juga memberikan motivasi kepada masyarakat untuk mengembangkan pupuk organik sebagai produk bernilai ekonomi yang dapat mendukung peningkatan pendapatan masyarakat desa.

Tahap wawancara dilaksanakan secara semi-terstruktur kepada peternak dan masyarakat yang menjadi peserta kegiatan untuk menggali informasi mengenai kondisi sosial, tingkat pengetahuan, pengalaman, serta persepsi mereka terhadap pemanfaatan limbah ternak. Wawancara difokuskan pada aspek pengelolaan limbah yang selama ini dilakukan, pemahaman mengenai dampak lingkungan yang ditimbulkan, serta peluang pemanfaatan limbah sebagai pupuk organik yang bernilai ekonomis. Selain itu, wawancara juga bertujuan mengidentifikasi hambatan teknis maupun nonteknis yang dihadapi masyarakat dalam mengadopsi teknologi pengolahan limbah ternak. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar peserta belum memiliki pengetahuan yang memadai mengenai teknik pengomposan dan manfaat ekonominya, sehingga diperlukan kegiatan edukasi dan pendampingan yang lebih intensif. Informasi yang diperoleh pada tahap ini menjadi dasar dalam penyusunan materi penyuluhan, metode pelatihan, serta strategi pemberdayaan masyarakat agar program yang dilaksanakan lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat diawali dengan proses koordinasi bersama pemerintah desa dan kelompok peternak guna memastikan kelancaran pelaksanaan program. Selanjutnya, tim pengabdian melaksanakan kegiatan sosialisasi mengenai pentingnya pengelolaan limbah ternak yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis. Materi yang disampaikan mencakup dampak limbah ternak terhadap lingkungan, manfaat pupuk organik bagi pertanian, serta peluang pengembangan usaha berbasis pengolahan limbah. Antusiasme peserta selama kegiatan menunjukkan adanya kebutuhan yang tinggi terhadap informasi dan teknologi sederhana yang dapat diterapkan secara langsung dalam kegiatan peternakan sehari-hari (gambar 2). Kegiatan berlangsung secara partisipatif dengan melibatkan kelompok peternak dan masyarakat desa sebagai mitra utama.





Gambar 2. Penyiapan bahan dan alat dan penyampaian materi

Peserta mengikuti pelatihan dan praktik langsung pembuatan pupuk organik berbahan dasar limbah ternak. Pada tahap ini, tim pengabdian memberikan demonstrasi mengenai tahapan pengolahan limbah mulai dari persiapan bahan, pencampuran komponen, proses fermentasi, hingga teknik pemeliharaan kompos selama proses dekomposisi berlangsung. Kegiatan praktik dirancang secara partisipatif sehingga peserta dapat terlibat secara aktif dalam setiap tahapan proses. Pendekatan tersebut bertujuan untuk meningkatkan pemahaman sekaligus keterampilan peserta agar mampu menerapkan teknologi yang diperoleh secara mandiri setelah kegiatan berakhir.

Peserta pelaksanaan kegiatan pengabdian sebanyak 25 peserta yaitu dari peternak dan masyarakat Desa Ngadirejo. Berdasarkan hasil observasi awal sebanyak 76% peserta belum pernah mendapatkan pelatihan mengenai pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik, sedangkan 24% peserta hanya mengetahui secara umum tanpa pernah mempraktikkannya secara langsung. Karakteristik peserta disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Peserta Kegiatan

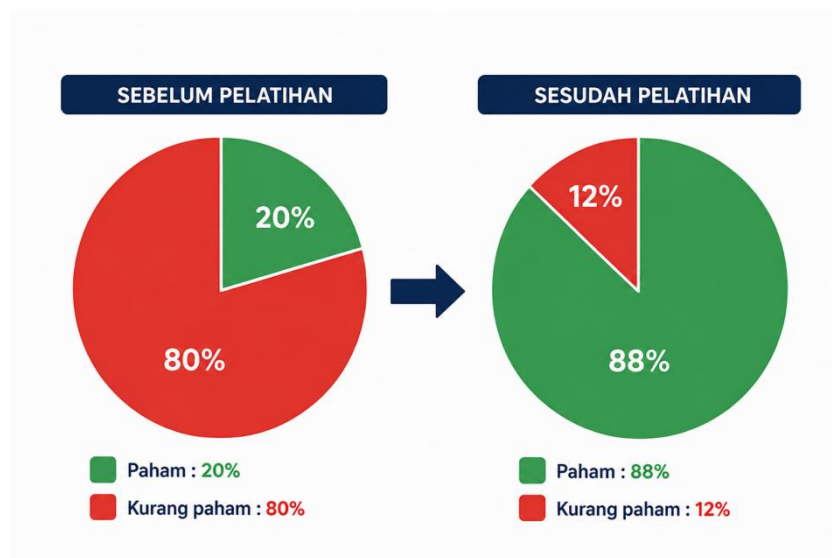
Karakteristik	Jumlah	Persentase
Laki-laki	15	60%
Perempuan	10	40%
Pendidikan SD	8	32%
Pendidikan SMP	9	36%
Pendidikan SMA	8	32%
Peternak aktif	18	72%
Petani	7	28%



Peserta diberikan pelatihan mulai dari pencampuran bahan organik proses fermentasi hingga pengemasan produk. Hasil praktik menunjukkan bahwa masyarakat berhasil memproduksi sekitar 120 kg pupuk organik dari limbah ternak yang tersedia di lokasi kegiatan. Peserta juga memperoleh pemahaman mengenai manfaat pupuk organik dan pengurangan penggunaan pupuk anorganik. Kegiatan berlangsung secara aktif dan partisipatif yang terlihat dari keterlibatan peserta dalam sesi diskusi maupun praktik lapangan

Dari hasil observasi selama pelatihan diketahui bahwa sebagian besar peserta sebelumnya belum memiliki keterampilan teknis dalam mengolah limbah ternak secara optimal. Limbah ternak umumnya hanya dibuang di sekitar kandang sehingga berpotensi merusak lingkungan. Peserta mulai memahami bahwa limbah ternak memiliki nilai ekonomis apabila diolah menjadi pupuk organik.

Keberhasilan kegiatan dievaluasi melalui observasi dan wawancara terhadap peserta setelah pelatihan berlangsung. Berdasarkan hasil evaluasi, sebanyak 88% peserta mampu memahami tahapan pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik dengan baik (gambar 3). Selain itu sekitar 84% peserta menyatakan siap menerapkan hasil pelatihan secara mandiri di lingkungan rumah tangga maupun kelompok peternak



Gambar 3. Diagram Tingkat Pemahaman Peserta

Efektivitas kegiatan juga terlihat dari meningkatnya keterampilan peserta dalam proses fermentasi pupuk organik. Sebelum pelatihan, sebagian besar peserta belum



memahami teknik pencampuran bahan dan penggunaan aktivator fermentasi. Namun setelah praktik langsung dilakukan, peserta mampu mempraktikkan proses pembuatan pupuk secara mandiri dengan pendampingan minimal dari tim pelaksana. Pendekatan demonstrasi langsung terbukti efektif meningkatkan pemahaman masyarakat karena peserta dapat melihat sekaligus melakukan praktik secara langsung di lapangan

Kegiatan pengabdian memberikan dampak positif terhadap peningkatan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan limbah ternak. Setelah pelaksanaan kegiatan, masyarakat mulai menerapkan pengumpulan limbah ternak secara terpisah dan melakukan proses fermentasi sederhana di sekitar kandang ternak. Kegiatan pendampingan turut memperkuat kerja sama antaranggota kelompok masyarakat. Kegiatan pengabdian tidak hanya memberikan manfaat teknis tetapi juga memperkuat hubungan sosial dan semangat gotong royong dalam masyarakat desa (gambar 4).



Gambar 4. Foto bersama dengan peserta setelah kegiatan pelatihan

Kegiatan pendampingan pengolahan limbah ternak juga memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat desa. Pupuk organik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara mandiri untuk kebutuhan pertanian sehingga mampu mengurangi biaya pembelian pupuk kimia. Selain digunakan sendiri, pupuk organik berpotensi dikembangkan sebagai produk usaha rumah tangga yang memiliki nilai jual ekonomis. Peningkatan keterampilan masyarakat dalam pengolahan limbah organik dapat membuka peluang usaha baru berbasis sumber daya lokal. Menurut Pratama et al., (2022) bahwa pengembangan pupuk organik





berbasis limbah peternakan mampu meningkatkan efisiensi biaya produksi pertanian sekaligus mendukung peningkatan pendapatan masyarakat pedesaan.

Kontribusi terhadap Peningkatan Kapasitas

Program yang dilaksanakan berkontribusi dalam memperkuat kapasitas masyarakat melalui peningkatan pengetahuan, keterampilan teknis, dan kesadaran lingkungan terkait pengelolaan limbah ternak. Sebelum kegiatan berlangsung, sebagian besar peserta belum memahami teknik pengolahan limbah yang tepat serta potensi ekonomi yang dapat dihasilkan. Setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan, peserta menunjukkan peningkatan pemahaman mengenai proses produksi pupuk organik, manfaat penggunaannya dalam budidaya pertanian, serta peluang pengembangannya sebagai usaha produktif. Kondisi ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian telah berhasil meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengelola sumber daya lokal secara lebih efektif dan bernilai tambah

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Program pengabdian masyarakat tentang pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik berhasil meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran masyarakat dalam mengelola limbah secara lebih produktif dan ramah lingkungan. Kegiatan ini tidak hanya memberikan manfaat dalam aspek lingkungan, tetapi juga membuka peluang peningkatan nilai ekonomi melalui pemanfaatan limbah sebagai pupuk organik. Tingginya partisipasi peserta menunjukkan bahwa program yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan berpotensi untuk dikembangkan secara berkelanjutan melalui kegiatan pendampingan lanjutan.

Saran

Program pendampingan pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik perlu dilanjutkan secara berkelanjutan melalui kerja sama antara perguruan tinggi, pemerintah desa, dan masyarakat. Pendampingan lanjutan diperlukan untuk meningkatkan kemampuan produksi dan pemasaran pupuk organik sehingga dapat berkembang menjadi usaha produktif masyarakat desa. Selain itu, program serupa dapat diterapkan pada wilayah lain yang





memiliki potensi limbah peternakan untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Awasthi, M. K., Sarsaiya, S., Wainaina, S., Rajendran, K., Kumar, S., Quan, W., & Taherzadeh, M. J. (2021). A critical review of organic manure biorefinery models toward sustainable circular bioeconomy: Technological challenges, advancements, innovations, and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111645>
- Hussain, S., Khan, F., Shah, S., & Ahmad, Z. (2022). Organic manure application improves soil health and crop productivity under sustainable farming systems. *Agronomy*, 12(8), 1845. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081845>
- Kumar, R., Singh, P., & Verma, A. (2023). Circular economy approach for livestock waste management and sustainable agriculture development. *Sustainability*, 15(6), 5214. <https://doi.org/10.3390/su15065214>
- Lijó, L., Frison, N., Fatone, F., González-García, S., Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2018). Environmental and sustainability evaluation of livestock waste management practices in Cyprus. *Science of The Total Environment*, 634, 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.299>
- Mishra, A., Kumar, R., & Singh, P. (2022). Sustainable utilization of livestock waste through organic fertilizer production for environmental management. *Journal of Cleaner Production*, 344, 131065. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131065>
- Nurhapsa, N., Astuti, N., & Kurniawan, R. (2024). Utilization of livestock waste for organic production. *Unram Journal of Community Service*, 5(2), 45–53. <https://doi.org/10.29303/ujcs.v5i2.718>
- Pratama, R., Kurniawan, D., & Lestari, N. (2022). Pemanfaatan limbah peternakan sebagai pupuk organik dalam mendukung pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3), 355–364.





- Sutanto, A., & Widyawati, S. (2021). Pengaruh aplikasi pupuk organik terhadap kesuburan tanah dan produktivitas tanaman pangan. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 417–426.
- Valverde-Orozco, V., Gavilanes-Terán, I., Idrovo-Novillo, J., Carrera-Beltrán, L., Buri-Tanguila, S., Salazar-García, K., & Paredes, C. (2022). Characterization of agro-livestock wastes for composting in rural zones in Ecuador: The case of the parish of San Andrés. *Agronomy*, 12(10), 2538. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102538>
- Yuliana, D., Handayani, T., & Saputra, H. (2023). Pemberdayaan masyarakat melalui pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik ramah lingkungan. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 7(1), 45–54.
- Zhang, Y., Li, C., Wang, Y., & Zhao, X. (2021). Organic fertilizer application improves soil properties and crop productivity: A meta-analysis. *Agronomy*, 11(9), 1833. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091833>

